

三相交流座標上の外乱オブザーバを用いた誤差電圧補償方法の基礎検討

◎星野哲馬 伊東淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

V/f制御で極低速運転を行う場合、電圧指令値が小さくなりインバータのデッドタイムによる誤差電圧の影響を大きく受ける。そのため、誤差電圧に対する補償が必須であるが、従来の方式ではパラメータの設定が煩雑である^[1]。そこで著者らは、外乱オブザーバをdq座標上で用いた簡易かつ論理的な誤差補償方法を提案している^[2]。この提案法は応答が高速であるほど補償性能が向上する。

本論文では応答の高速化を目指して、処理の簡単な3相交流座標上で補償を行う方法を提案する。本稿ではシミュレーションにより、本方式の有用性を確認したので報告する。

2. 外乱オブザーバによる誤差電圧補償

図1に示す誘導電動機1相あたりの等価回路より、外乱オブザーバに用いるモデルを算出する。簡略化のために無負荷状態を考えると、端子電圧 v_1 と線電流 i_1 の関係は(1)式となる。

$$v_1 = \{R_1 + p(L_\sigma + L_m)\}i_1 \quad (1)$$

図2は3相交流座標上で外乱オブザーバを組み込んだときの制御ブロック図である。外乱オブザーバは(1)式の逆関数を使って線電流から端子電圧を推定する。逆関数はローパスフィルタと組み合わせて演算することで、純粋な微分形を回避し、雑音による誤動作を防止する。

インバータのデッドタイムによる誤差電圧は方形波状に発生するため、外乱オブザーバの応答は高速でなくてはならない。よってローパスフィルタの時定数はできるだけ短く設定する。このとき3相座標上で制御器が構成されていれば、演算処理が簡単化され、高速化できる。

3. シミュレーション結果

図3に示すシミュレーションは750W汎用誘導機を用い、駆動周波数を1Hzとし無負荷の結果である。

デッドタイムのない理想状態(条件A)において、定格値の電流が流れるが、3 μ sのデッドタイムを付加する(条件B)とインバータの誤差電圧により電流が大幅に減少し、ひずみが発生する。条件Bにおいては電流極性を判別して誤差補償する従来法を適用しているが、ゼロクロス付近では極性判別が困難であるため、電流が停滞してひずみが発生する。しかし、提案法を適用する(条件C)と、誤差電圧は補償されて電流波形が改善し、理想状態とほぼ等価な

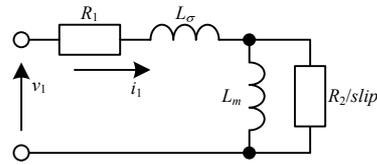


図1 誘導電動機の等価回路
Fig. 1. An equivalent circuit of an induction motor.

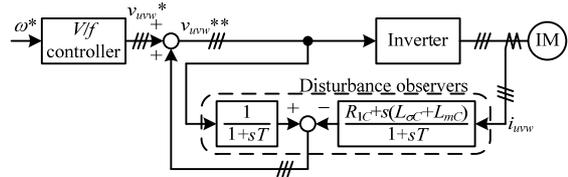


図2 外乱オブザーバを用いた誤差補償器のブロック図
Fig. 2. A block diagram of a dead-time error correction system using disturbance observers.

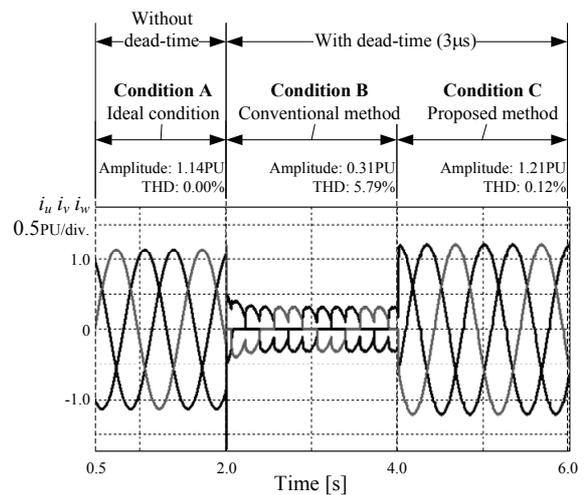


図3 提案法による誤差電圧補償結果
Fig. 3. Simulation result of using proposed method for dead-time error voltage correction.

電流が流れる。条件Cでは外乱オブザーバが電流の極性だけでなく値も用いるため、電流がゼロクロス付近に停滞することを防いでいる。その結果、誤差電圧によるトルクの減少とトルクリプルの増加を抑制できる。

今後は負荷印加時と高速域の運転について検討するとともに、実験による検証を進めていく。

参考文献

- (1) 杉本英彦・小山正人・玉井伸三：「ACサーボシステムの理論と設計の実例」, 総合電子出版社
- (2) 星野哲馬・伊東淳一：「誘導機のV/f駆動システムの外乱オブザーバを用いたデッドタイム誤差補償法」, 電気学会産業応用部門大会, (2007.8)